

Forschungsarbeiten des Instituts für Werkstoffe der Technischen Universität Braunschweig

Haeßner, Frank

Veröffentlicht in:
Jahrbuch 1992 der Braunschweigischen
Wissenschaftlichen Gesellschaft, S.109-111



Verlag Erich Goltze KG, Göttingen

FRANK HAESSNER, Braunschweig

Forschungsarbeiten des Instituts für Werkstoffe der Technischen Universität Braunschweig

Braunschweig, 28. Februar 1992*

Vorbemerkung

Das Institut für Werkstoffe ist aus einer Reihe von Zusammenlegungen und Aufteilungen innerhalb der letzten 50 Jahre hervorgegangen. Aus dem um 1930 bestehenden Laboratorium für Festigkeitsuntersuchungen mit Wöhler-Institut und dem Technologischen Institut für Schweißtechnik ist es schließlich durch Ausgliederung der Schweißtechnik entstanden. Es wird von einem Vorstand, bestehend aus Herrn Prof. Günter Lange und dem Verfasser, geleitet.

Das Institut für Werkstoffe ist eine vorwiegend experimentell arbeitende wissenschaftliche Einrichtung mit einem großen Gerätepark. Es ist zuständig für die Grundausbildung aller Studenten in Werkstoffkunde für die Fachbereiche „Maschinenbau“ und „Elektrotechnik“. Dem Institut ist eine amtlich anerkannte Materialprüfstelle für Werkstoffe des Maschinenbaus angegliedert. Die Schwerpunkte der gegenwärtigen Forschungsaktivitäten liegen auf den Gebieten des mechanischen und des thermischen Verhaltens von metallischen Werkstoffen. Das Interesse erstreckt sich dabei sowohl auf „klassische“ Werkstoffe, wie beispielsweise Aluminium- oder Kupfer-Legierungen oder Stähle, als auch auf „moderne“ Werkstoffe, von denen amorphe Legierungen, sogenannte metallische Gläser, oder nanokristalline Materialien beispielhaft genannt seien. Im einzelnen lassen sich die Aktivitäten fünf Arbeitsgebieten zuordnen.

Mechanisches Verhalten und Werkstoffgefüge

Ziel dieses Arbeitsgebietes ist es, die Brauchbarkeit von Konstruktionswerkstoffen zu beurteilen, zu sichern und laufend zu verbessern. Von besonderer Bedeutung sind dabei die mechanischen Eigenschaften. Diese können durch Änderung des Werkstoffgefüges in weiten Grenzen beeinflusst werden. So werden im Institut beispielsweise durch Änderung der Werkstoffzusammensetzung sowie durch verschiedene thermomechanische Behandlungen unterschiedliche Gefüge hergestellt. Untersucht werden die Zusammenhänge zwischen der Werkstoff-Festigkeit, der Beanspruchungsart und dem Gefüge sowie die makroskopischen und mikroskopischen Bildungsmechanismen der verschiedenen Arten des duktilen Bruches. Eine Arbeitsgruppe befaßt sich mit dem Werkstoffverhalten unter mehrachsiger dynamischer Belastung. Von besonderem Interesse ist das Verhalten metallischer Gläser sowie nanokristalliner Stoffe, die im Vergleich zu konventionellen Metallen sehr ungewöhnliche Eigenschaften aufweisen.

* Vortrag vor der Klasse für Ingenieurwissenschaften der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (Kurzfassung).

Bei neuzeitlichen Konstruktionen und Herstellungsverfahren treten Beanspruchungen, die zu nichtelastischem Bauteilverhalten führen, in vielfältiger Weise auf. Die Entwicklung von Stoffgesetzen für diesen Fall und ihre technische Anwendung sind Gegenstand des Sonderforschungsbereiches 319 „Stoffgesetze für das inelastische Verhalten metallischer Werkstoffe – Entwicklung und technische Anwendung –“. In diesem Zusammenhang werden im Institut zwei Projekte bearbeitet. Sie betreffen die experimentelle Erfassung der Phänomene des Werkstoffverhaltens und ihre Verknüpfung mit mikroskopischen Materialmodellen.

Anelastisches Verhalten und Mechanische Spektroskopie

Jeder Werkstoff, der zu mechanischen Schwingungen angeregt wird, schwingt gedämpft. Dieses Phänomen ist einerseits von großer praktischer Bedeutung. Es kann andererseits zur Erforschung des Werkstoffaufbaus und der in Werkstoffen ablaufenden Vorgänge herangezogen werden. Im Institut dienen die Dämpfungsmessungen in erster Linie dazu, Umwandlungsvorgänge und neuartige Werkstoffzustände zu untersuchen. Dazu gehören Phasenumwandlungen, Erholungs- und Rekristallisationsvorgänge, die Umwandlungen metallischer Gläser (Glasübergang, Kristallisation) und nanokristalline Materialien. Ein aktueller Schwerpunkt sind die Dämpfungsvorgänge, die durch gelösten Wasserstoff in intermetallischen Phasen mit verschiedenen (kristallinen oder glasartigen) Strukturen erzeugt werden. Ziel dieser Untersuchungen sind dabei nicht nur die einzelnen Relaxationsprozesse des Wasserstoffs als Ursache der Dämpfung. Diese Prozesse sollen vielmehr auch als lokal empfindliche Sonde benutzt werden, um mittels mechanischer Meßgrößen (Betrag, Frequenz- und Temperaturspektren der Dämpfung) Aufschluß über bestimmte strukturelle Einzelheiten der beteiligten Werkstoffzustände zu gewinnen.

Gase in Metallen

Diese Forschungsrichtung befaßt sich mit dem Lösungsverhalten von Gasen in festen Metallen und mit den durch diese Gase verursachten – meist negativen – Eigenschaftsänderungen. In erster Linie wird die Einwirkung von Wasserstoff auf Stähle untersucht, die seit langem als außerordentlich schädlich bekannt ist. Darüber hinaus verhält sich Wasserstoff in Stahl sehr komplex. Zur Erfassung der Zusammenhänge werden Stahlproben mit Wasserstoffgas eines definierten Druckes bis zum Gleichgewicht beladen und dann analysiert oder mechanisch geprüft. Die physikalischen Vorgänge bei der Gasaufnahme und -verteilung im Stahl werden außerdem in Permeationsversuchen gemessen. Dabei dringt das Gas durch eine Stahlplatte, und der austretende Strom ins Vakuum wird gemessen. In jüngster Zeit wurde der Beultest als ein neues technologisches Prüfverfahren eingeführt. Bei diesem Test wird das Material einem mehrachsigen Spannungszustand ausgesetzt, der dem bei der Anwendung von Druckgas ähnlich ist. Dieser praxisnahe Test hat darüber hinaus die Vorteile, daß Probenherstellung und Versuchsführung einfach sind. Die Ergebnisse über das Verhalten und den

Einfluß speziell des Wasserstoffs sind von erheblicher praktischer Bedeutung für die Bewertung und Realisierung der Wasserstofftechnologie insbesondere von Lagerung und Transport des Wasserstoffs.

Kalorimetrie

Beim Ablauf von Reaktionen in Werkstoffen treten Wärmetönungen auf. Mit Hilfe thermischer Analysenmethoden lassen sich aus solchen Wärmetönungen in Verbindung mit anderen Informationen Rückschlüsse auf die zugrunde liegenden Vorgänge im Werkstoff ziehen. Es stehen vier hochempfindliche Wärmeleitungs-Kalorimeter zur Verfügung, die sowohl integrale als auch differentielle Messungen der Energiefreigabe erlauben. Die Kalorimeter dienen in erster Linie zur Messung der Energie, die während der Erwärmung plastisch verformter Metalle freigesetzt wird. Neben der Erforschung des Einflusses von Werkstoff- und Verformungsparametern auf die integrale Rekristallisationswärme wird in neuerer Zeit das Hauptaugenmerk auf die Rekristallisationskinetik gelegt. Ferner werden kalorische Messungen an abgeschreckten Nichtgleichgewichtszuständen durchgeführt. Dabei sollen Aufschlüsse über den Einfluß einer plastischen Verformung auf die Relaxations- und Kristallisationsvorgänge derartiger Materialien gewonnen werden. Von besonderer Bedeutung ist ein selbstentwickeltes Tieftemperaturkalorimeter, in dem die Transformationskinetik von Werkstoffen im Temperaturbereich zwischen der Temperatur des flüssigen Stickstoffs bei $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis hinauf zu $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ ermittelt werden kann. Damit lassen sich auch Metalle mit niedrigen Schmelzpunkten, wie beispielsweise Blei und Zink, kalorisch befriedigend untersuchen.

Werkstoffprobleme bei Schadensfällen

Das Institut und die ihm angegliederte amtliche Materialprüfstelle verfügen über eine jahrzehntelange Erfahrung auf dem Gebiet der Schadensanalyse. Neben Fällen aus dem allgemeinen Maschinenbau werden Probleme aus Spezialgebieten wie Luftfahrttechnik, Medizinische Implantate oder Chemische Industrie, wo insbesondere Fragen der Korrosion zu klären sind, bearbeitet. Gleichrangig neben der Untersuchung von Schadensfällen steht die Beratung bei der Werkstoffauswahl und die Prüfung von Bauteilen vor dem Einsatz im Betrieb. Diese Verknüpfung von amtlicher Materialprüfstelle mit dem Institut ergibt einen optimalen Einsatz der apparativen Ausstattung durch gemeinsame Nutzung und direkten Transfer aller wesentlichen neuen Erkenntnisse aus der Wissenschaft in die Praxis und umgekehrt. So wird beispielsweise in Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde jährlich ein internationales Fortbildungsseminar in der Schweiz veranstaltet.

Prof. Dr. rer. nat. Frank Haeßner
Julius Leber-Str. 46 · 3300 Braunschweig